

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: «Енергетичне обстеження закладу загальної середньої освіти І-ІІІ ступенів с.Велика Чернетчина»

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

за освітньо-професійною програмою «Енергетичний менеджмент»

Виконавець роботи

_____ (прізвище і ініціали)

_____ (підпис студента)

Випускна робота
захищена на засіданні
ЕК з оцінкою

*В роботі не виявлено текстових,
ілюстративних та інших запозичень
без коректного на них посилання*

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ " " _____ 20__ р.

Секретар комісії _____ (підпис)

_____ (прізвище і ініціали)

_____ Доцент, кандидат технічних наук
(науковий ступінь, звання або посада)

Суми 2023

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра прикладної гідрааеромеханіки
Спеціальність 144 «Теплоенергетика»
(освітня програма «Енергетичний менеджмент»)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри прикладної гідрааеромеханіки

Сотник М.І.

“___” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи _____

затверджена наказом по університету № 0337-VI від “04” квітня 2023 р.

2 Термін здачі студентом закінченої роботи до 12 червня 2023 р.

3 Вихідні дані до роботи: будівельна та проектна документація об'єкту енергетичного обстеження; нормативні вимоги, дійсні на території України.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно вирішити).

Вступ (загальна характеристика проблем з енергозбереження, мета, задачі та актуальність виконання роботи).

1. **Характеристика об'єкту енергетичного обстеження** (опис дійсного стану та систем енергопостачання об'єкта; опис приладів обліку енергоносіїв на об'єкті, представлення результатів інструментального обстеження та їх аналіз).

2. **Комплексний аналіз рівня енергоефективності об'єкта енергетичного обстеження** (аналіз обсягів енергоспоживання за видами систем енергопостачання на об'єкті; визначення питомих величин рівня енергоефективності; основні положення методики розрахунку енергетичних показників; представлення результатів розрахунку).

3. **Техніко-економічний аналіз умов запровадження енергозбережних заходів** (основні положення методики розрахунку заходів з енергозбереження; представлення результатів розрахунку).

Додатки (Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; копії документів, принципові схеми, статистичні дані тощо).

5. Перелік обов'язкового графічного матеріалу (з точним зазначенням креслень або плакатів)

1. Енерготехнологічна схема об'єкта
2. Аналіз обсягів енергоспоживання
3. Результати розрахункового аналізу
4. Розробка енергозбережних заходів

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи (за змістом розрахунково- пояснювальної записки)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування вихідних даних	до 30.04.2023	
2	Характеристика об'єкту енергетичного обстеження	до 10.05.2023	
3	Інструментальне обстеження	до 14.05.2023	
4	Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання	до 25.05.2023	
5	Розробка можливих енергозберіжних заходів	до 04.06.2023	
6	Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.	до 07.06.2023	
7	Оформлення розрахунково- пояснювальної записки та графічних матеріалів	до 11.06.2023	
8	Здача роботи на перевірку	до 12.06.2023	
9	Доопрацювання зауважень, перевірка на плагіат, рецензування	до 18.06.2023	
10	Захист роботи (період)	з 19.06.23 до 25.06.23	

Дата видачі завдання “ 17 “ квітня 2023 р.

Студент

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 61 с, 11 рисунків, 15 таблиць, 4 додатка, 22 використаних джерел.

Графічні матеріали: енерготехнологічна схема об'єкта, комплексний аналіз рівня енергоефективності, результати розрахункового аналізу та техніко-економічний аналіз енергозбережних заходів - 4 аркушів А3.

Мета роботи: здійснення енергоаудит системи енергозабезпечення будівлі, визначення реального стану зовнішніх огорожувальних конструкцій, дослідження обсягів споживання енергоресурсів, порівняння витрат та розрахунок тепловтрат для визначення базових величин енергопостачання.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:

- складання карт споживання енергетичних ресурсів об'єктом;
- розробка організаційно-технічних заходів, спрямованих на зниження витрати енергії;
- визначення потенціалу енергозбереження;
- фінансова оцінка організаційно-технічних заходів.

Об'єкт енергообстеження: Великочернечинський заклад загальної середньої освіти I-III ступенів

Методи дослідження: визначення розподілу температурних полів в конструкціях будівлі, аналіз споживання енергоносіїв та методи розрахунку енергозбережних заходів.

Ключові слова: енергетичне обстеження, енергозбережні заходи, енергопостачання, опір теплопередачі, витрата тепла.

Тема роботи – «Енергетичне обстеження закладу загальної середньої освіти I-III ступенів с.Велика Чернетчина»

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА РЕФЕРАТ

ВСТУП.....	7
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	10
1.1 Загальні відомості про об’єкт енергетичного обстеження	10
1.2 Опис дійсного стану об’єкта енергетичного обстеження.....	13
1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об’єкта	13
1.3.1 Система опалення	14
1.3.2 Система електропостачання.....	14
1.3.3 Система водопостачання.....	15
1.3.4 Система вентиляції.....	15
1.3.5 Існуючі тарифи на енергоносії.....	15
1.4 Опис методів та приладів вимірювання.....	15
1.5 Аналіз результатів вимірювання.....	19
1.6 Висновки за розділом.....	19
2 КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ’ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ	20
2.1 Аналіз споживання енергоносіїв та води	20
2.1.1 Аналіз обсягів споживання теплоенергії.....	20
2.1.2 Аналіз обсягів споживання електроенергії	23
2.1.3 Аналіз обсягів споживання води	24
2.2 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності.....	24
2.2.1 Розрахунок опору теплопередачі огороджуючих конструкцій для кожного з корпусі.....	28
2.2.2 Розрахунок теплових витрат огороджуючих конструкцій для кожного з корпусів.....	32
2.3 Висновки за розділом.....	35
3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ	37
3.1 Опис можливих енергозбережних заходів	37
3.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів	37
3.2.1 Впровадження системи моніторингу споживання теплової енергії	37
3.2.2 Утеплення зовнішніх стін закладу	39
3.2.3 Заміна ламп розжарення та люмінесцентних ламп на світлодіодні	42
3.2.4 Утеплення даху	44

					6.144.08 ВР 00 ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Тема бакалаврської роботи					
Розробив		Козолуп В.В.						Лист	Лист	Листів
Перевірив		Хованський С.О							5	61
Н. Контр.		Хованський С.О						СумДУ ЕМ-91/1		

ВСТУП

Енергетичний аудит – це обстеження будівлі атестованим енергоаудитором, під час якого здійснюється аналіз інформації щодо фактичних або проектних характеристик огорожувальних конструкцій та інженерних систем, оцінюється відповідність розрахункового рівня енергетичної ефективності встановленим мінімальним вимогам до енергетичної ефективності будівель та надаються рекомендації щодо підвищення рівня енергетичної ефективності будівель, що враховують місцеві кліматичні умови, є технічно та економічно обґрунтованими. [1]

Енергетичний аудит в закладах освіти є важливим інструментом для виявлення можливостей зниження енергоспоживання та вдосконалення енергоефективності. Враховуючи значне споживання енергії в школах, коледжах, університетах та інших навчальних закладах, енергетичний аудит може допомогти досягти кількох цілей:

1. Виявлення енергозберігаючих заходів: Енергетичний аудит дозволяє ідентифікувати області, де можна зменшити споживання енергії та виявити можливості для енергозбереження. Це можуть бути заходи, що стосуються освітлення, опалення, вентиляції, кондиціонування повітря, електроприладів тощо. Наприклад, заміна старих світлодіодних ламп або оптимізація графіка роботи систем опалення можуть привести до значних економій енергії.

2. Створення енергоефективної культури: Енергетичний аудит може стати частиною освітньої програми, що спрямована на підвищення свідомості та залучення учнів, студентів та персоналу до енергоефективного способу життя. Це може включати проведення інформаційних заходів, навчання з енергоефективності та поширення кращих практик серед учасників освітнього процесу.

3. Зменшення витрат на енергопостачання: Завдяки енергетичному аудиту можливо виявити неефективне використання енергії та запропонувати

						Лист
						7
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

заходи з енергозбереження, що призведуть до зменшення витрат на енергопостачання. Економія на енергії може дозволити витратити більше коштів на освітні потреби та покращення умов для учнів та студентів.

4. Сприяння екологічній стійкості: Зменшення споживання енергії в навчальних закладах призводить до зниження викидів вуглецю та інших шкідливих речовин, що впливають на навколишнє середовище. Це сприяє створенню екологічно стійкої школи або університету та сприяє екологічній освіті.

Мета проведення енергетичного аудиту полягає в ідентифікації можливостей зниження споживання енергії та вдосконалення енергоефективності. Основні цілі проведення енергетичного аудиту включають:

1. Виявлення потенційних джерел енергозбереження: Енергетичний аудит допомагає ідентифікувати області, де можна знизити споживання енергії та виявити енергетичні витрати, які можуть бути оптимізовані. Це можуть бути такі заходи, як удосконалення ізоляції будівлі, модернізація систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, встановлення енергоефективного обладнання тощо.

2. Визначення енергетичної ефективності: Аудит дає можливість оцінити ефективність використання енергії та виявити недоліки або неефективність в системах, процесах чи обладнанні. Це допомагає виявити проблемні зони та розробити стратегії для покращення енергетичної ефективності.

3. Економічний аналіз: Проведення енергетичного аудиту дозволяє оцінити вартість запропонованих заходів з енергозбереження та розрахувати потенційні економічні вигоди, які можуть бути отримані в результаті їх впровадження. Це допомагає прийняти обґрунтовані рішення та планувати інвестиції в енергоефективність.

4. Забезпечення відповідності нормативним вимогам: Енергетичний аудит допомагає встановити, чи відповідають будівлі або процеси вимогам енергоефективності, встановленим законодавством або регуляторними

						Лист
						8
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

органами. Це дозволяє уникнути штрафів або санкцій і забезпечити дотримання енергетичних стандартів.

Загалом, мета енергетичного аудиту полягає в забезпеченні оптимального використання енергії, зменшенні витрат на енергопостачання, зниженні негативного впливу на навколишнє середовище та підвищенні конкурентоспроможності підприємства або ефективності будівлі.

						<i>Лист</i>
						9
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1. Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження є Великочернечинський заклад загальної середньої освіти І-ІІІ ступенів. Будівля знаходиться за адресою: вул. Центральна, 8, с. Велика Чернеччина, Сумського району, Сумської області, 42333 (рисунки 1.1-1.5).



Рисунок 1.1 – Головний корпус школи



Рисунок 1.2 – Корпус інтернату

										Лист
										10
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						



Рисунок 1.3 – Корпус спортзалу та харчоблоку



Рисунок 1.4 – Корпус майстерні



Рисунок 1.5 – 2 Корпус школи

					Лист
					11
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Великочернеччинська ЗЗСО І-ІІІ ступенів складається з 5 корпусів, а саме:

1. 1 Корпус школи;
2. 2 Корпус школи;
3. Корпус майстерні;
4. Корпус спортзалу та харчоблоку;
5. Корпус інтернату;

Технічну характеристику будівель наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика будівлі

Призначення будівлі	Навчальний заклад
Рік побудови	1974 рік
1 Корпус школи	
Кількість поверхів	2
Площа забудови	1533,38
Опалювальна площа	1274,4
Опалювальний об'єм будівлі	8283,6
Опалювальний об'єм за зовнішніми обмірами	9966,97
2 Корпус школи	
Кількість поверхів	1
Площа забудови	346,95
Опалювальна площа	281,5
Опалювальний об'єм будівлі	985,25
Опалювальний об'єм за зовнішніми обмірами	1214,33
Корпус майстерні	
Кількість поверхів	1
Площа забудови	365,98
Опалювальна площа	282,8
Опалювальний об'єм будівлі	989,8
Опалювальний об'єм за зовнішніми обмірами	1280,93
Корпус спортзалу та харчоблоку	
Кількість поверхів	2
Площа забудови	461,72
Опалювальна площа	350,15
Опалювальний об'єм будівлі	3326,4

					Лист
					12
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

1.3.1. Система опалення

Теплопостачання в закладі загальної середньої освіти відбувається за рахунок автономної системи теплопостачання, теплоносієм є гаряча вода.

В якості опалювальних приладів використовуються конвективні чавунні радіатори, а також сталеві та біметалеві радіатори. Опалювальні прилади розташовані під вікнами в кожному приміщенні. Доступ до опалювальних приладів необмежений.

Облікові показники температури теплоносія на вході у тепловий пункт, які при середньодобовій температурі зовнішнього повітря нуль градусів за шкалою Цельсія дорівнюють у середньому значенні 58°C (Додаток Б)

Облік теплової енергії здійснюється лічильником ULTRAHEAT T550|UH50.

Умовний діаметр трубопроводу на якому встановлений лічильник $D_y = 0,1$ м.

Останній термін повірки відбувався в 2021 році.

Теплопостачання Великочернечинського ЗЗСО І-ІІІ ступенів здійснюється централізовано згідно договору про надання послуг з централізованого опалення, який укладено з ТОВ «ТЕННА». Код ДК 021:2015-09320000-8, від 08.02.2023 року.

1.3.2. Система електропостачання

Основними енергоспоживаючими системами в будівлях ЗЗСО І-ІІІ ступенів припадає на освітлення та на електрообладнання.

Основним електроспоживаючим обладнанням є: кухонне обладнання та обладнання необхідне для організації та проведення навчального процесу.

Систему освітлення складають три види ламп: розжарювання, люмінесцентні компактні та світлодіодні. Ламп розжарювання 73 шт по 100 Вт. Люмінесцентні лампи компактні 66 шт по 100 Вт. Світлодіодні лампи 110 шт по 15 Вт.

Облік теплової енергії здійснюється лічильником NIK2303№17100692 який встановлено в 2021 році. Останній термін повірки відбувався в 2021 році.

Електропостачання Великочернечинського ЗЗСО І-ІІІ ступенів здійснюється згідно договору № 31/03/-44Б з ТОВ «ВОСТОКЕНЕРГОТРЕЙД».

						Лист
						14
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3.3. Система водопостачання

ЗЗСО I-III ступенів підключена до водонапірної вежі, обслуговуванням якої займається старостинська громада. Підігрів води відбувається за рахунок котельні яка знаходиться на території закладу. Основним споживачем холодної води є як працівники так і учні закладу загальної середньої освіти. Використана вода потрапляє у систему водовідведення та у мережу каналізації.

Лічильник холодної води не встановлений тому, облік не ведеться.

1.3.4. Система вентиляції

В ЗЗСО I-III ступенів обладнано як природньою так і механічною системою вентиляції. Механічна система вентиляції встановлена в корпусі школи, харчоблоку та інтернату. Видалення повітря відбувається за рахунок вентиляційних каналів, які знаходяться в стінах будівель. В спортзалі та корпусі майстерні система вентиляції природня. Природня система вентиляції здійснюється за рахунок відкривання вікон та дверей.

Схема системи вентиляції відсутня.

1.3.5. Існуючі тарифи на енергоносії

Теплопостачання – 2806,88 грн/Гкал з ПДВ.

Електропостачання – 6,299 грн/кВт·год з ПДВ.

1.4. Опис методів та приладів вимірювання

При проведенні енергетичного аудиту в ЗЗСО I-III ступенів було використано:

- лазерний далекомір UNI-T (рис. 1.6);
- пірометр BENETECH (рис. 1.7).
- тепловізор Fluke Ti25 (рис 1.8)

										Лист
										15
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

Лазерний далекомір – це пристрій, з якого можна точно визначити відстань до об'єкта з точки випромінювання з допомогою технології лазера. [2]

Він працює на основі відбивання лазерного проміню від поверхні об'єкта та розрахунку часу, що затрачається на проходження променя від далекоміра до об'єкта та назад.

Основна характеристика лазерного далекоміра наведена в таблиці 1.2



Рисунок 1.6 – Лазерний далекомір UNI-T

Таблиця 1.2 – Характеристика приладу [3]

Характеристика	Значення параметру
Діапазон вимірювання	0,05 – 100 м
Точність	$\pm (2 \text{ мм} + 5 \times 10^{-5} D)$
Клас	2
Потужність лазерного випромінювання	< 1 мВт
Довжина хвилі	630 — 670 нм

Лазерний пірометр — прилад для безконтактного вимірювання температури непрозорих тіл за їхнім випроміненням в оптичному діапазоні спектра. [4]

Він працює на основі принципу вимірювання інфрачервоного випромінювання, яке випромінюється тілом при його нагріванні.

Основна характеристика лазерного пірометра наведена в таблиці 1.3



Рисунок 1.7 – Лазерний пірометр VENETECH

Таблиця 1.3 – Характеристика приладу [5]

Характеристика	Значення параметру
Діапазон вимірювання температури	від -50 °С до +450 °С
Клас	2
Похибка	+/- 1,5%
Вихідна потужність	1 мВт
Спектральна чутливість	Від 8 мкм до 14 мкм

Тепловізор – це пристрій, що може допомогти побачити невидимі для людини теплові випромінювання від предметів та істот з точністю від $0,1^{\circ}\text{C}$ і вище у вигляді теплової карти. [6]

Тепловізори працюють на основі детекторів інфрачервоного випромінювання, які перетворюють теплову енергію на електричні сигнали. Ці сигнали потім обробляються і перетворюються на зображення, де різні кольори відповідають різним температурам об'єктів.

Основна характеристика тепловізора наведена в таблиці 1.4



Рис 1.8 – Тепловізор Fluke Ti25

Таблиця 1.4 – Характеристика приладу [7]

Характеристика	Значення параметру
Діапазон температурних вимірювань	від -20°C до $+350^{\circ}\text{C}$
Мінімальна відстань фокусування	Об'єktiv тепловізора – 15 см
	Фотооб'єktiv – 46 см
Похибка	$\pm 2\%$
Вихідна потужність	1 мВт
Ступінь захисту	IP68

						Лист
						18
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Голосова анотація	До 60 сек на одне зображення
Спектральний діапазон	Від 7,5 мкм до 14 мкм

1.5. Аналіз результатів вимірювання

При проведенні енергетичного аудиту в ЗЗСО I-III ступенів було використано:

Вимірювання величин проводилося 03.05.2023 року. Температура зовнішнього повітря становила 20°C.

Під час виміру було визначено, що середня температура приміщень склала 19°C. За допомогою далекоміра було проведено уточнюючі заміри будівлі.

Тепловізором було зроблені термограми дійсного стану зовнішніх огорожуючих конструкцій. Дані терморгам наведено в Додатку В

1.6. Висновки за розділом

На першій стадії відбувався збір загальної інформації про об'єкт енергетичного обстеження, фактичний стан огорожуючих конструкцій, експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта.

За допомогою тепловізора було зроблено термограми на яких показано фактичну температуру зовнішніх огорожуючих конструкцій.

За допомогою лазерного пірометра та далекоміра були проведені заміри температури всередині приміщень будівель та виміряні конструктивні параметри будівель.

										Лист
										19
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

2. КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

2.1. Аналіз споживання енергоносіїв та води

2.1.1. Аналіз обсягів споживання теплової енергії

Кількість спожитої теплової енергії за всіма корпусами на період 2021-2023 року наведено у таблиці 2.1 та на рисунку 2.1.

Таблиця 2.1 – Кількість спожитої теплової енергії за всіма корпусами на період 2021-2023 року

Місяць	Рік		
	2021	2022	2023
	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	-	122,9	111,08
Лютий	-	91,26	114,26
Березень	-	44,81	-
Квітень	-	-	-
Травень	-	-	-
Червень	-	-	-
Липень	-	-	-
Серпень	-	-	-
Вересень	-	-	-
Жовтень	-	41,61	-
Листопад	110,253	64,5	-
Грудень	113,621	98,52	-

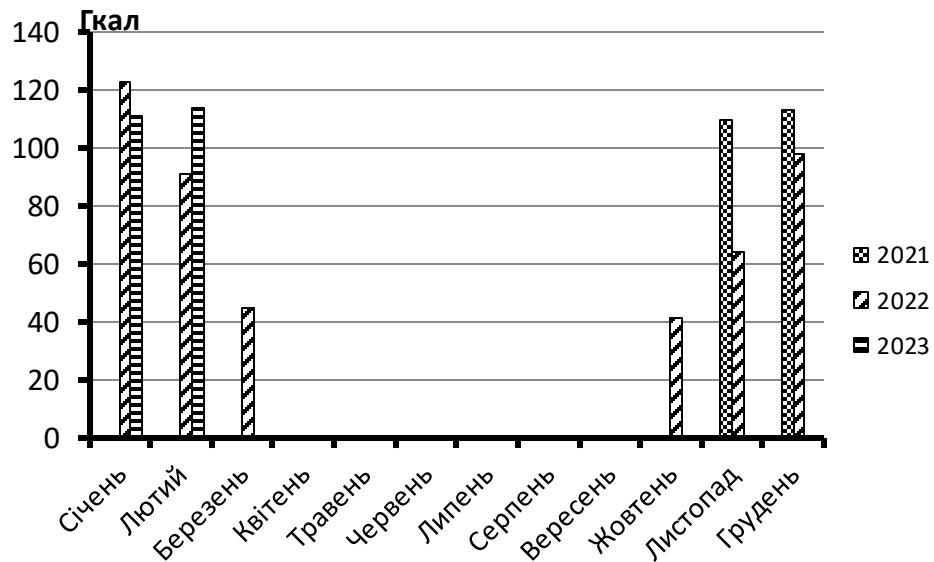


Рисунок 2.1 – Динаміка споживання теплової енергії за 2021-2023 роки

З діаграми видно, що максимум споживання теплової енергії на опалення приходить на грудень, січень і лютий, а мінімум – квітень та жовтень. Нерівномірність теплоспоживання у відповідні періоди кожного року пов’язана з різною температурою довкілля і різними за роками режимами роботи системи теплопостачання.

З метою надання об’єктивного висновку про ефективність споживання теплової енергії на опалення будівлі закладу, який обстежується, необхідно провести порівняння дійсних обсягів споживання теплової енергії зі встановленими державними нормами. Аналіз ефективності системи теплопостачання закладу необхідно проводити за фактичними величинами попередніх опалювальних періодів, у яких середньомісячні температури знаходяться у діапазоні нормованих показників [8, 9].

У подальших аналітичних розрахунках та порівняльному аналізі, за базовий період приймається опалювальний період 2021–2022 року, так як цей період характеризується максимально стабільним за режимом роботи системи теплопостачання і робочим режимом закладу.

Питоме енергоспоживання (EP_{use}) – це показник енергоефективності будинку, що визначає кількість енергії, яку необхідно подати до об’єму будівлі для забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщеннях і відноситься до одиниці опалювальної площі або об’єму будинку [10, п. 4.3].

Для умови відсутності витрат на охолодження будівлі:

$$EP_{use} = \frac{Q_{оп}}{V_{буд}^{оп}}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^3} \quad (3.1)$$

де $Q_{оп}$ – величина споживаної теплової потужності будинку за весь опалювальний період (за обліковими даними), кВт·год;

$V_{буд}^{оп}$ – опалювальний об'єм будинку, м³.

Питоме енергоспоживання на опалення будинків повинна відповідати умові [11]:

$$EP_{use} \leq 1,2 \times EP_P, \quad (3.2)$$

де EP_{use} – питоме річне енергоспоживання будівлі, кВт·год/м³;

EP_P – максимально допустиме значення питомого річного енергоспоживання будівлі за опалювальний період, кВт год/м³ [11].

Нормативне питоме річне енергоспоживання для закладу освіти першої температурної зони [11, Додаток Г] становить (див. Додаток Г):

$$EP_P = 55,35 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3 = 0,047 \text{ Гкал}/\text{м}^3.$$

Згідно наданих закладом облікових даних, фактичні питомі тепловитрати на опалення приміщень закладу за опалювальні періоди становлять:

- опалювальний період 2021–2022 рік – $Q_{оп} = 482,84$ Гкал;
- опалювальний період 2022–2023 рік – $Q_{оп} = 229,97$ Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

- опалювальний період 2021–2022 рік – $EP = 0,036$ Гкал;
- опалювальний період 2022–2023 рік – $EP = 0,032$ Гкал/м³.

Осереднене значення показника енергоефективності будинку за визначеними опалювальними періодами становить – $EP = 0,034$ Гкал/м³.

						Лист
						22
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

За результатами порівняння фактичних і нормованих показників із споживання теплової енергії можна зробити наступний висновок, а саме:

Отриманий результат по всім корпусам закладу менший чим нормативна умова (3.2).

Фактичні данні про споживання теплової енергії при середньодобовій температурі навколишнього повітря нуль градусів за Цельсієм в період 2021-2023 року наведено в Додатку Б.

2.1.2. Аналіз обсягів споживання електричної енергії

Кількість спожитої електроенергії за всіма корпусами на період 2021-2023 року наведено у таблиці 2.2 та на рисунку 2.2.

Таблиця 2.2 – Кількість спожитої електроенергії за всіма корпусами на період 2021-2023 року

Місяць	Рік		
	2021	2022	2023
	кВт·год	кВт·год	кВт·год
Січень	-	8170	4470
Лютий	8163	6300	4160
Березень	6972	3300	6900
Квітень	3290	5930	4600
Травень	4265	3440	-
Червень	-	-	-
Липень	-	-	-
Серпень	-	-	-
Вересень	3880	2070	-
Жовтень	4900	3900	-
Листопад	5795	3400	-
Грудень	6915	4780	-

Лист

23

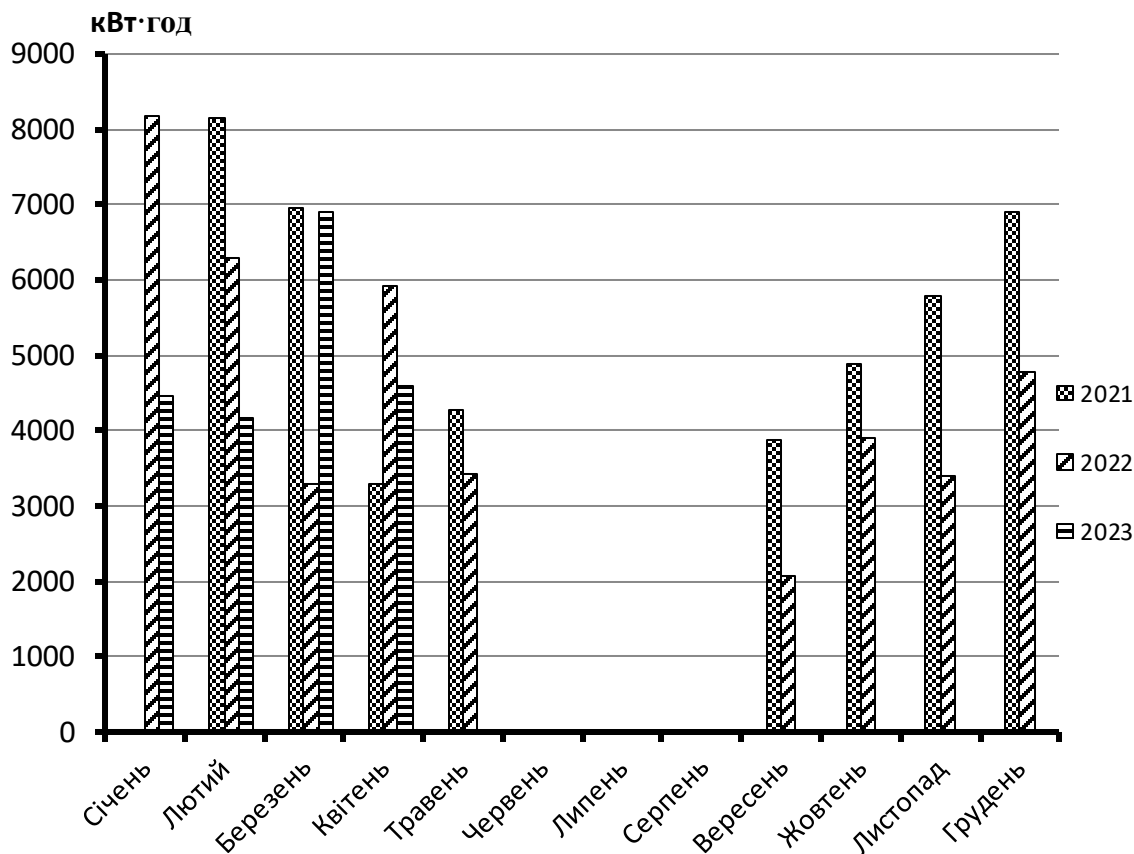


Рисунок 2.2 – Динаміка споживання електричної енергії будівлею за 2021-2023 роки

2.1.3. Аналіз обсягів споживання води

Так як ЗЗСО I-III ступенів підключена до водонапірної вежі, якою займається старостинська громада – в закладі не встановлено лічильник холодної води тому, облік не ведеться.

2.2. Розрахунковий аналіз показників енергоефективності

Зниження показників енергоспоживання є однією з ключових метою заходів з енергозбереження. Одними із варіантів зниження цих показників відбувається за рахунок підвищення опору теплопередачі огорожуючих конструкцій та зменшення теплових витрат через конструктивні елементи.

Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівель закладу, який обстежується, отримані відповідно до методики наданій у документації [8] та представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій

№ п/п	Найменування конструктивного елементу	Матеріал шару	Товщина шару, δ_i , м	Тепло-провідність λ_i , $\frac{Вт}{м \cdot К}$	$R_{\Sigma np}$, $\frac{м^2 \cdot К}{Вт}$	$R_{q \min}$, $\frac{м^2 \cdot К}{Вт}$
Корпус інтернату						
1	Стіни	Цементно-піщана штукатурка	0,03	0,81	0,92	4,0
		Кладка з цегли білої силікатної	0,51	0,7		
2	Суміщене дахове перекриття	Залізобетонна плита	0,22	1,92	1,54	7,0
		Цементна стяжка	0,08	0,81		
		Гравій керамзитовий	0,2	0,18		
		Руберойд	0,01	0,17		
3	Вікна	Металопластикові з двокамерним склопакетом	–	–	0,7	0,9
4	Підлога 1-го поверху	Залізобетонна плита	0,22	1,92	1,62	5,0
		Цементно-піщана стяжка	0,05	0,81		
		Дошка (дуб)	0,03	0,41		
		Повітряний прошарок	0,025	0,023		
Корпус майстерні						
1	Стіни	Цементно-піщана штукатурка	0,03	0,81	1,16	4,0
		Кладка з цегли червоної	0,51	0,53		
2	Горищне перекриття	Залізобетонна плита	0,22	1,92	0,93	7,0
		Цементна стяжка	0,08	1,4		
		Гравій керамзитовий	0,1	0,18		

3	Вікна	Металопластикові з двокамерним склопакетом	–	–	0,7	0,9
4	Підлога 1-го поверху	Дошка (дуб)	0,03	0,41	1,33	5,0
		Розчин складний	0,10	0,65		
		Гравій (наповнювач)	0,1	0,4		
		Пісок будівельний	0,2	0,35		

Корпус спортзалу

1	Стіни (тип 1)	Цементно-піщана штукатурка	0,03	0,81	1,16	1,02*	4,0
		Кладка з цегли червоної	0,51	0,53			
	Стіни (тип 2)	Цементно-піщана штукатурка	0,025	0,81	0,92		
		Кладка з цегли білої силікатної	0,51	0,70			
2	Суміщене дахове перекриття	Залізобетонна плита	0,22	1,92	1,54	7,0	
		Цементна стяжка	0,08	0,81			
		Гравій керамзитовий	0,2	0,18			
		Руберойд	0,01	0,17			
3	Вікна	Металопластикові з двокамерним склопакетом	–	–	0,7	0,9	
4	Підлога 1-го поверху	Плитка керамічна	0,01	1,10	0,35	5,0	
		Залізобетонна плита	0,220	1,92			
		Цементна стяжка	0,08	1,40			

1-й Корпус школи

Стіни (тип 1)	Цементно-піщана штукатурка	0,025	0,81	1,15	1,154*	4,0
	Кладка з цегли червоної	0,51	0,53			
Стіни (тип 2)	Цементно-піщана штукатурка	0,03	0,81	1,16		
	Кладка з цегли білої силікатної	0,51	0,70			
	Плитка керамічна	0,01	1,10			

Суміщене дахове перекриття	Залізобетонна плита	0,22	1,92	1,26	7,0
	Цементна стяжка	0,08	0,81		
	Гравій керамзитовий	0,15	0,18		
	Руберойд	0,01	0,17		
Вікна	Металопластикові з двокамерним склопакетом	–	–	0,7	0,9
Підлога 1-го поверху	Дошка (дуб)	0,03	0,41	0,35	5,0
	Залізобетонна плита	0,220	1,92		
	Цементна стяжка	0,08	1,40		
	Лінолеум	0,005	0,4		

2-й Корпус школи

1	Стіни	Цементно-піщана штукатурка	0,03	0,81	1,16	4,0
		Кладка з цегли червоної	0,51	0,53		
2	Горищне перекриття	Дошка (дуб)	0,05	0,41	2,65	7,0
		Цементно-піщана штукатурка	0,03	0,81		
		Залізобетонна плита	0,22	1,92		
		Повітряний прошарок	0,05	0,023		
3	Вікна	Металопластикові з двокамерним склопакетом	–	–	0,7	0,9
4	Підлога 1-го поверху	Залізобетонна плита	0,22	1,92	0,5	5,0
		Цементно-піщана стяжка	0,07	0,81		
		Лінолеум	0,005	0,4		

Примітка. * – величина визначена за пропорцією площ стін різних типів виконання.

Отримані результати ($R_{\Sigma пр} \ll R_{q min}$) свідчать про невідповідність дійсного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій нормативним вимогам [10, табл. 1]. Це вказує на незадовільні теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій, та вимагає впровадження енергозберіжних заходів щодо збільшення їх опору теплопередачі.

					Лист
					27
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

2.2.1. Розрахунок опору теплопередачі огорожуючих конструкцій для кожного з корпусів

1) Стіни

Корпус інтернату:

Цегла силікатна товщиною 0,51 м та теплопровідністю 0,7 Вт/м·К, цементно піщана штукатурка товщиною 0,03 м та теплопровідністю 0,81 Вт/м·К.

$$R_{\Sigma пр}^{ст} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,7} + \frac{0,03}{0,81} + \frac{1}{23} = 0,92 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Корпус спортзалу та харчоблоку:

Червона цегла товщиною 0,51 та теплопровідністю 0,53 Вт/м·К(відсоток від загальної площі всіх стін – 40%), цементно піщана штукатурка товщиною 0,03 м та теплопровідністю 0,81 Вт/м·К. Цегла силікатна товщиною 0,51 м та теплопровідністю 0,7 Вт/м·К(відсоток від загальної площі всіх стін – 60%), цементно піщана штукатурка товщиною 0,025 м та теплопровідністю 0,81 Вт/м·К.

$$R_{\Sigma пр}^{ст} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,53} \cdot 0,4 + \frac{0,51}{0,7} \cdot 0,6 + \frac{0,03}{0,81} + \frac{1}{23} = 1,02 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Корпус майстерні:

Червона цегла товщиною 0,51 та теплопровідністю 0,53 Вт/м·К, цементно піщана штукатурка товщиною 0,03 м та теплопровідністю 0,81 Вт/м·К.

$$R_{\Sigma пр}^{ст} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,53} + \frac{0,03}{0,81} + \frac{1}{23} = 1,16 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

1 Корпус школи:

Червона цегла товщиною 0,51 та теплопровідністю 0,53 Вт/м·К, цементно піщана штукатурка товщиною 0,03 м та теплопровідністю 0,81 Вт/м·К, плитка керамічна товщиною 0,01 м та теплопровідністю 1,1 Вт/м·К(відсоток від

					Лист
					28
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

загальної площі всіх стін – 40%). Червона цегла товщиною 0,51 м та теплопровідністю 0,53 Вт/м·К(відсоток від загальної площі всіх стін – 60%), цементно піщана штукатурка товщиною 0,025 м та теплопровідністю 0,81 Вт/м·К.

$$R_{\Sigma пр}^{ст} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,53} \cdot 0,4 + \frac{0,51}{0,53} \cdot 0,6 + \frac{0,03}{0,81} + \frac{1}{23} = 1,154 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

2 Корпус школи:

Червона цегла товщиною 0,51 та теплопровідністю 0,53 Вт/м·К, цементно піщана штукатурка товщиною 0,03 м та теплопровідністю 0,81 Вт/м·К.

$$R_{\Sigma пр}^{ст} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,53} + \frac{0,03}{0,81} + \frac{1}{23} = 1,16 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

2) Дах

Корпус інтернату:

Залізобетонна плита товщиною 0,22 м та теплопровідністю 1,92 Вт/м·К, цементна стяжна товщиною 0,08 м та теплопровідністю 1,4 Вт/м·К, керамзит товщиною 0,2 м та теплопровідністю 0,18 Вт/м·К, рубероїд товщиною 0,01 м та теплопровідністю 0,17 Вт/м·К.

$$R_{\Sigma пр}^{ст} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,08}{1,4} + \frac{0,2}{0,18} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{1}{6} = 1,54 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Корпус спортзалу та харчоблоку:

Залізобетонна плита товщиною 0,22 м та теплопровідністю 1,92 Вт/м·К, цементна стяжна товщиною 0,08 м та теплопровідністю 1,4 Вт/м·К, керамзит товщиною 0,2 м та теплопровідністю 0,18 Вт/м·К, рубероїд товщиною 0,01 м та теплопровідністю 0,17 Вт/м·К.

$$R_{\Sigma пр}^{ст} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,08}{1,4} + \frac{0,2}{0,18} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{1}{6} = 1,54 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Корпус майстерні:

Залізобетонна плита товщиною 0,22 м та теплопровідністю 1,92 Вт/м·К, цементна стяжна товщиною 0,08 м та теплопровідністю 1,4 Вт/м·К, гравій керамзитовий товщиною 0,1 м та теплопровідністю 0,18 Вт/м·К.

$$R_{\Sigma пр}^{ст} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,08}{1,4} + \frac{0,1}{0,18} + \frac{1}{6} = 0,93 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

1 Корпус школи:

Залізобетонна плита товщиною 0,22 м та теплопровідністю 1,92 Вт/м·К, цементна стяжна товщиною 0,08 м та теплопровідністю 1,4 Вт/м·К, керамзит товщиною 0,15 м та теплопровідністю 0,18 Вт/м·К, рубероїд товщиною 0,01 м та теплопровідністю 0,17 Вт/м·К.

$$R_{\Sigma пр}^{ст} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,08}{1,4} + \frac{0,15}{0,18} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{1}{6} = 1,26 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

2 Корпус школи:

Залізобетонна плита товщиною 0,22 м та теплопровідністю 1,92 Вт/м·К, дошка(дуб) товщиною 0,05 м та теплопровідністю 0,41 Вт/м·К, цементно піщана штукатурка товщиною 0,03 м та теплопровідністю 0,81 Вт/м·К, повітряний прошарок товщиною 0,05 м та теплопровідністю 0,023 Вт/м·К.

$$R_{\Sigma пр}^{ст} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,05}{0,41} + \frac{0,03}{0,81} + \frac{0,05}{0,023} + \frac{1}{6} = 2,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

3) Підлога

Корпус інтернату:

Залізобетонна плита товщиною 0,22 м та теплопровідністю 1,92 Вт/м·К, дошка(дуб) товщиною 0,03 м та теплопровідністю 0,41 Вт/м·К, цементно піщаний розчин товщиною 0,05 м та теплопровідністю 0,81 Вт/м·К, повітряний прошарок товщиною 0,025 м та теплопровідністю 0,023 Вт/м·К.

					Лист
					30
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

$$R_{\Sigma \text{пр}}^{\text{ст}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,07}{0,81} + \frac{0,005}{0,4} + \frac{1}{6} = 0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

4) Вікна

Один тип вікон – металопластикові з двокамерним склопакетом $R_{\Sigma \text{пр}} = 0,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

2.2.2. Розрахунок теплових витрат огорожуючих конструкцій для кожного з корпусів

1) Теплові витрати через стіни

Корпус інтернату:

$$F_{\text{стіни}} = 520,75 \text{ м}^2, R_{\text{стіни}} = 0,92 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}, t_{\text{в}} = 20, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{ст}} = \frac{520,75}{0,92} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 25471,46 \text{ Вт}$$

Корпус спортзалу та харчоблоку:

$$F_{\text{стіни}} = 926,8 \text{ м}^2, R_{\text{стіни}} = 1,02 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}, t_{\text{в}} = 18, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{ст}} = \frac{926,8}{1,02} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 39071 \text{ Вт}$$

Корпус майстерні:

$$F_{\text{стіни}} = 304,86 \text{ м}^2, R_{\text{стіни}} = 1,16 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}, t_{\text{в}} = 18, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{ст}} = \frac{304,86}{1,16} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 11300 \text{ Вт}$$

1 Корпус школи:

$$F_{\text{стіни}} = 1513,07 \text{ м}^2, R_{\text{стіни}} = 1,154 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}, t_{\text{в}} = 20, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{ст}} = \frac{1513,07}{1,154} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 59001,6 \text{ Вт}$$

						Лист
						32
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Корпус школи:

$$F_{\text{стіні}} = 275,6 \text{ м}^2, R_{\text{стіні}} = 1,16 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}, t_{\text{в}} = 20, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{ст}} = \frac{275,6}{1,16} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 10691,3 \text{ Вт}$$

2) Теплові витрати крізь дах

Корпус інтернату:

$$F_{\text{дах}} = 333,3 \text{ м}^2, R_{\text{дах}} = 1,54 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}, t_{\text{в}} = 20, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{дах}} = \frac{333,3}{1,54} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 9739,2 \text{ Вт}$$

Корпус спортзалу та харчоблоку:

$$F_{\text{дах}} = 350 \text{ м}^2, R_{\text{дах}} = 1,54 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}, t_{\text{в}} = 18, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{дах}} = \frac{350}{1,54} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 9772,7 \text{ Вт}$$

Корпус майстерні:

$$F_{\text{дах}} = 141,4 \text{ м}^2, R_{\text{дах}} = 0,93 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}, t_{\text{в}} = 18, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{дах}} = \frac{141,4}{0,93} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 6537,8 \text{ Вт}$$

1 Корпус школи:

$$F_{\text{дах}} = 1274,4 \text{ м}^2, R_{\text{дах}} = 1,26 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}, t_{\text{в}} = 20, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{дах}} = \frac{1274,4}{1,26} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 45514,2 \text{ Вт}$$

2 Корпус школи:

$$F_{\text{дах}} = 140,7 \text{ м}^2, R_{\text{дах}} = 2,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}, t_{\text{в}} = 20, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{дах}} = \frac{140,7}{2,65} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 2389,2 \text{ Вт}$$

					Лист
					33
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

3) Теплові витрати крізь підлогу

Корпус інтернату:

$$F_{\text{підл}} = 333,3 \text{ м}^2, R_{\text{підл}} = 1,62 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}, t_{\text{в}} = 20, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{підл}} = \frac{333,3}{1,62} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 9258,3 \text{ Вт}$$

Корпус спортзалу та харчоблоку:

$$F_{\text{підл}} = 350 \text{ м}^2, R_{\text{підл}} = 0,35 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}, t_{\text{в}} = 18, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{підл}} = \frac{350}{0,35} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 43000 \text{ Вт}$$

Корпус майстерні:

$$F_{\text{підл}} = 141,4 \text{ м}^2, R_{\text{підл}} = 1,33 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}, t_{\text{в}} = 18, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{підл}} = \frac{141,4}{1,33} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 4571,5 \text{ Вт}$$

1 Корпус школи:

$$F_{\text{підл}} = 1274,4 \text{ м}^2, R_{\text{підл}} = 0,54 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}, t_{\text{в}} = 20, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{підл}} = \frac{1274,4}{0,54} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 106200 \text{ Вт}$$

2 Корпус школи:

$$F_{\text{підл}} = 140,7 \text{ м}^2, R_{\text{підл}} = 0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}, t_{\text{в}} = 20, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{підл}} = \frac{140,7}{0,5} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 12663 \text{ Вт}$$

4) Теплові витрати крізь вікна

Корпус інтернату:

										Лист
										34
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

$$F_{\text{вiк}} = 107,8 \text{ м}^2, R_{\text{вiк}} = 0,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}, t_{\text{в}} = 20, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{вiк}} = \frac{107,8}{0,7} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 6930 \text{ Вт}$$

Корпус спортзалу та харчоблоку:

$$F_{\text{вiк}} = 204,8 \text{ м}^2, R_{\text{вiк}} = 0,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}, t_{\text{в}} = 18, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{вiк}} = \frac{204,8}{0,5} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 12580,5 \text{ Вт}$$

Корпус майстерні:

$$F_{\text{вiк}} = 46,4 \text{ м}^2, R_{\text{вiк}} = 0,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}, t_{\text{в}} = 18, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{вiк}} = \frac{46,4}{0,7} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 2850,2 \text{ Вт}$$

1 Корпус школи:

$$F_{\text{вiк}} = 381,03 \text{ м}^2, R_{\text{вiк}} = 0,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}, t_{\text{в}} = 20, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{вiк}} = \frac{381,03}{0,7} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 24494,7 \text{ Вт}$$

2 Корпус школи:

$$F_{\text{вiк}} = 42,9 \text{ м}^2, R_{\text{вiк}} = 0,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}, t_{\text{в}} = 20, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{вiк}} = \frac{42,9}{0,7} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 2757,8 \text{ Вт}$$

2.3. Висновки за розділом

В цьому розділі було проаналізовано споживання енергоресурсів та води, порівняно з нормативними даними і пройдено до висновку що ЗЗСО I-III ступенів не перевищує норми споживання в деяких енергоресурсах. А в деяких це неможливо порівняти через відсутність даних. Також були проведені розрахунки опору теплопередачі огорожуючих конструкцій для кожного з корпусів і розрахунки теплових витрат огорожуючих конструкцій. Розрахунки

						Лист
						35
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

показали що 1 корпус школи має найбільшу витрату теплоти через огорожуючі конструкції.

						<i>Лист</i>
						36
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

3.1. Опис можливих енергозбережних заходів

За результатами проведення енергетичного обстеження було запропоновано такі заходи:

- 1) Впровадження системи моніторингу споживання теплової енергії;
- 2) Утеплення зовнішніх стін закладу;
- 3) Заміна ламп розжарення та люмінесцентних ламп на світлодіодні;
- 4) Утеплення даху.

3.2. Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів

3.2.1. Впровадження системи моніторингу споживання теплової енергії

Зважаючи на технічний стан огорожувальних конструкції будівлі установи, що підключена до системи централізованого тепlopостачання, а також графік функціонування закладу, вбачається доцільним впровадження у тепловий пункт закладу автоматизованої системи моніторингу та короткотермінового прогнозування теплоспоживання будівлею.

Така система дає можливість у режимі «on-line» (он-лайн) контролювати реальне теплоспоживання будівлею, виключаючи «людський фактор». Результати функціонування системи з запровадженням регулювання показують зниження фактичного теплоспоживання за опалювальний сезон на 10%.

Запровадження системи диспетчеризації надає можливість максимально заощаджувати на споживанні теплової енергії за рахунок узгодження дійсних потреб у тепловій енергії з її виробництвом у котельнях. Принципова схема організації обліку та моніторингу теплової енергії з переліком необхідного для

										Лист
										37
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

цього обладнання зображена на рис 3.1.

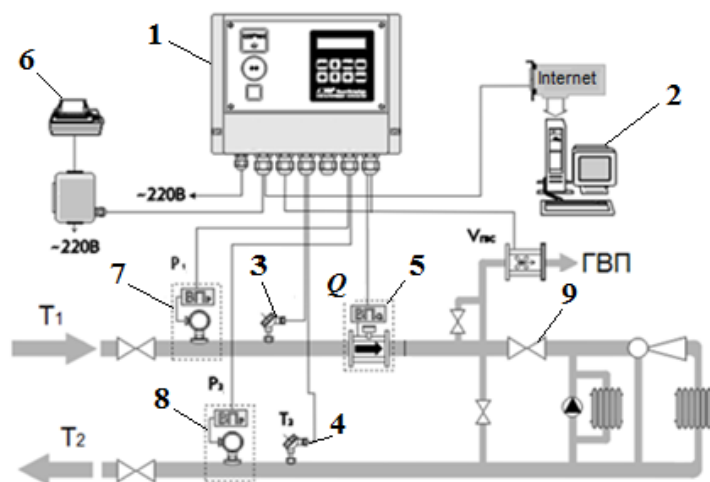


Рисунок 3.1 – Принципова схема організації обліку та моніторингу теплової енергії.

1 – теплолічильник; 2 – комп’ютеризоване робоче місце з моніторингу теплоспоживання; 3 – пристрій контролю температури на вході до системи тепlopостачання будівлі; 4 – пристрій контролю температури на виході з системи тепlopостачання будівлі; 5 – лічильник витрати теплоносія; 6 – пристрій (модем) для передавання даних в Інтернет; 7, 8 – пристрої з контролю тиску відповідно на вході та виході з системи тепlopостачання будівлі; 9 – вентиль на лінії подавання теплоносія до будівлі.

Розрахункова величина теплової енергії, яка потрібна була для опалення всієї будівлі за опалювальний період 2021–2022 року 01.11.2021–15.03.2022 р.р. (135 діб, 3240 год), при умові дотримання температурного режиму у системі тепlopостачання, та середній температурі за опалювальний сезон $-1,0^{\circ}\text{C}$ [12] буде становити:

$$Q_{p.op} = 535,7 \text{ Гкал}$$

Згідно наданих облікових даних по закладу за прийнятий базовий порівняльний опалювальний період 2021–2022 року, фактичні обсяги теплоспоживання на опалення становлять $Q_{ф.op} = 452,6 \text{ Гкал}$. Фактична величина є меншою від необхідної розрахункової на 15%.

Економія теплової енергії на об’єктах моніторингу склала від 0,8% до 18,95% при середньому рівні – 10% за сезон. Економія була одержана за рахунок дотримання прогнозованих лімітів теплоспоживання об’єктів та додаткових заходів щодо зниження теплового навантаження будівель у години відсутності

людей у будівлях протягом доби.

Виходячи з чинного тарифу на теплову енергію, що становить на період 01 січня 2023 року 2806,88 грн/Гкал з ПДВ, розрахункова економія коштів на теплоспоживання, відносно до рівня базового теплоспоживання за увесь опалювальний сезон 2021–2022 рр. $Q_{ф.оп}=444,36$ Гкал, з урахуванням прийнятої економії у 10%, становить:

$$E_{\phi} = 444,36 \times 0,1 \times 2806,88 = 124726,52 \text{ грн. (з ПДВ).}$$

Згідно до запропонованої схеми організації обліку та моніторингу споживання теплової енергії, треба встановити у будівлі закладу наступне обладнання:

1. Термінал з передачі даних (контроллер);
2. Модуль M-BUS.

Загальна сума всіх витрат (K , грн), яка складається разом з вартості всього комплексу обладнання, необхідного для організації та функціонування системи моніторингу, та вартості робіт з монтажу та налагодження системи моніторингу становить – 23800 грн. з ПДВ.

Простий строк окупності у періодах опалювальних років розраховується тільки відносно базового рівня споживання теплової енергії на опалення (останній звітний період), що є найбільш об'єктивною оцінкою прогнозованої економії енергоресурсів, і буде дорівнювати:

$$T_{ок}^{\phi} = \frac{K}{E_{\phi}} = \frac{23800}{124726,52} = 0,2 \text{ року}$$

3.2.2. Утеплення зовнішніх стін закладу

						Лист
						39
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Утеплення зовнішніх стін є важливим кроком для поліпшення енергоефективності будівлі. Це допомагає зменшити втрати тепла, підвищити комфорт усередині приміщень і знизити витрати на опалення та охолодження.

Утеплення стін пінополістиролом є популярному і ефективним способом поліпшити теплоізоляцію будівлі. Тому було запропоновано утеплити зовнішні стіни пінополістиролом SWEETONDALE, з теплопровідністю 0,034 Вт·(м²·К).
[13]

Товщина теплоізоляційного шару необхідного для кожного корпусу:

Корпус інтернату: $\delta_{\text{ут}} = [4 - 0,92] \cdot 0,034 = 0,1\text{м}$

Корпус спортзалу та харчоблоку: $\delta_{\text{ут}} = [4 - 1,02] \cdot 0,034 = 0,1\text{м}$

Корпус майстерні: $\delta_{\text{ут}} = [4 - 1,16] \cdot 0,034 = 0,09\text{м}$

1 Корпус школи: $\delta_{\text{ут}} = [4 - 1,154] \cdot 0,034 = 0,096\text{м}$

2 Корпус школи: $\delta_{\text{ут}} = [4 - 1,16] \cdot 0,034 = 0,09\text{м}$

Округлимо значення до 0,1 м.

Ефект з економії теплової енергії спожитої будівлею за опалювальний період по всім корпусам:

Корпус інтернату: $Q_{\text{СТН}}^{\text{Ек.рік}} = 520,7 \cdot \left(\frac{1}{0,92} - \frac{1}{4}\right) \cdot (20 - (-1)) \cdot 187 \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-7} = 33,1 \text{ Гкал}$

Корпус спортзалу та харчоблоку: $Q_{\text{СТН}}^{\text{Ек.рік}} = 926,8 \cdot \left(\frac{1}{1,02} - \frac{1}{4}\right) \cdot (20 - (-1)) \cdot 187 \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-7} = 53,4 \text{ Гкал}$

Корпус майстерні: $Q_{\text{СТН}}^{\text{Ек.рік}} = 304,8 \cdot \left(\frac{1}{1,16} - \frac{1}{4}\right) \cdot (20 - (-1)) \cdot 187 \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-7} = 14,7 \text{ Гкал}$

1 Корпус школи: $Q_{\text{СТН}}^{\text{Ек.рік}} = 1513,07 \cdot \left(\frac{1}{1,154} - \frac{1}{4}\right) \cdot (20 - (-1)) \cdot 187 \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-7} = 73,5 \text{ Гкал}$

2 Корпус школи: $Q_{\text{СТН}}^{\text{Ек.рік}} = 275,6 \cdot \left(\frac{1}{1,16} - \frac{1}{4}\right) \cdot (20 - (-1)) \cdot 187 \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-7} = 13,3 \text{ Гкал}$

Економія споживання теплоти за рік у відсотковому співвідношенні по всіх корпусах:

$$\text{Корпус інтернату: } \Delta Q_{\text{СТН}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{33,1 \cdot 100}{60,98} = 54\%$$

$$\text{Корпус спортзалу та харчоблоку: } \Delta Q_{\text{СТН}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{53,4 \cdot 100}{120,38} = 44\%$$

$$\text{Корпус майстерні: } \Delta Q_{\text{СТН}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{14,7 \cdot 100}{39,06} = 37\%$$

$$\text{1 Корпус школи: } \Delta Q_{\text{СТН}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{73,5 \cdot 100}{268,63} = 27\%$$

$$\text{2 Корпус школи: } \Delta Q_{\text{СТН}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{13,3 \cdot 100}{46,66} = 28\%$$

Середній відсоток становить: 38%

Скорегована економія тепла від базового рівня по всіх корпусах:

$$Q_{\text{СТН}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{444,36 \cdot 38\%}{100} = 168,8 \text{ Гкал}$$

Вартісна оцінка зекономленої енергії за рік:

$$E = 168,8 \cdot \frac{2806,88}{1000} = 473,8 \text{ тис грн.}$$

Також у вартість теплоізоляційного матеріалу входять додаткові складові, то приблизні затрати на них наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Додаткові складові, їх вартість та кількість [13, 14, 15,16,17,18]

Матеріал	Одиниця виміру	Кількість	Ціна за 1 м ² , грн
Пінополістирол SWEETONDALE	м ²	0,5 уп.	181,8 грн

Суміш для приклеювання та армування пінополістиролу	кг	2кг	15,3 грн
Дюбель	шт	9	23,67 грн
Шуруп	шт	9	86,8
Скляна штукатурна лугостійка	м ²	1	45,1 грн
Грунтувальна фарба	кг	300 г	26,7 грн
Загальні витрати на 1 м ²			379,37 грн

Капіталовкладення на впровадження даного заходу:

$$K_{\text{суп}} = 3541,08 \cdot 154 = 545326,32 \text{ грн [19]}$$

де, 3541,08 – загальна площа стін по всіх корпусах;

154 – середня ціна за встановлення 1 м² утеплювача.

$$K_{\text{осн}} = 3541,08 \cdot 379,37 = 1343379,51 \text{ грн}$$

$$K_{\text{зах}} = \frac{545326,32 + 1343379,5}{1000} = 1888,7 \text{ грн}$$

Знаходження простого терміну окупності даного заходу:

$$Q_{\text{д}} = \frac{1888,7}{473,8} = 3,9 \text{ роки}$$

3.2.3. Заміна ламп розжарення та люмінесцентних на світлодіодні

Було запропоновано замінити лампи розжарення та люмінесцентні лампи на більш ефективні світлодіодні лампи.

						Лист
						42
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна кількість ламп розжарення – 73 шт по 100 Вт. Загальна кількість люмінесцентних ламп – 66 шт по 100 Вт. Дані лампи мають високу потужність, але в свою чергу вони споживають більше електроенергії, що не є ефективним. Тому, пропонується замінити лампи на світлодіодні E27 15 Вт A60 4000K 220V/LM791, гарантія на 3 роки та ціною – 57 грн/шт. [20] Такі лампи знизять

електроспоживання закладу, при цьому будуть надавати більше світла.

Витрати на закупку ламп становлять: $K = 57 \text{ грн} \cdot 139 \text{ шт} = 7923 \text{ грн}$ [20]

Електроспоживання за рік для всіх тип ламп:

Вважаємо, що всього 194 робочих днів, весною – 65 робочих днів, а восени та зимою – 129 робочих днів.

ЗЗСО І-ІІІ ступенів працює з 08:00 до 17:00.

Освітлення в осінньо-зимовий період працює на протязі всього робочого дня – 9 годин за добу, а в весінній період з 08:00 до 10:00, з 14:00 до 17:00 – 5 годин. В літній період освітлення майже не використовують через те що природнього освітлення вистачає для комфортної роботи. В середньому час роботи системи освітлення становить 7 годин за добу.

- Лампи розжарювання: $\frac{100 \text{ Вт} \cdot 7 \text{ год} \cdot 73 \text{ шт} \cdot 194 \text{ днів}}{1000} = 9913,4 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$
- Люмінесцентні лампи: $\frac{100 \text{ Вт} \cdot 7 \text{ год} \cdot 66 \text{ шт} \cdot 194 \text{ днів}}{1000} = 8962,8 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$
- Світлодіодні лампи: $\frac{15 \text{ Вт} \cdot 7 \text{ год} \cdot 110 \text{ шт} \cdot 194 \text{ днів}}{1000} = 2240,7 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$

Як видно з розрахунку, світлодіодні лампи є найбільш енергоощадними.

Сумарні витрати на електроспоживання всіх видів ламп

						Лист
						43
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E_{н.л.} = (9913,4 + 8962,8 + 2240,7) \cdot 6,299963 = 133036 \text{ грн.}$$

де, 6,299963 – тариф на електроенергію, грн/кВт·год з ПДВ;

Електроспоживання при заміні на світлодіодні лампи:

$$\frac{15 \text{ Вт} \cdot 7 \text{ год} \cdot 249 \text{ шт} \cdot 194 \text{ днів}}{1000} = 5072,13 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік},$$

Витрати на електроспоживання при заміні на світлодіодні лампи:

$$E_{н.л.} = 5072,13 \cdot 6,299963 = 31954 \text{ грн.}$$

Економія на електроспоживання у гривнях:

$$\Delta E = 133036 - 31954 = 101082 \text{ грн.}$$

Простий термін окупності заходу становить:

$$T_{ок} = \frac{7923}{101082} = 0,08 \text{ року.}$$

3.2.4. Утеплення даху

Утеплення даху може бути ефективним способом поліпшення теплоізоляції та енергоефективності будівлі. Запропоновано утеплити дах в 1 корпусі школи та корпусах інтернату, спортзалу та харчоблоку, через те що в них плоский дах. Плоскі дахи мають більшу тепловтрату через крапельний коефіцієнт теплопередачі. Це може призводити до збільшеного споживання енергії на опалення і охолодження будівлі.

Чудовим варіантом для утеплення даху буде піноскло оброблене в плитах з бітумним покриттям. Воно має теплопровідність – 0,046 Вт·(м²·К). [21]

Товщина теплоізоляційного шару необхідного для кожного корпусу:

						Лист
						44
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Корпус інтернату: $\delta_{yt} = [7 - 1,54] \cdot 0,046 = 0,25 \text{ м,}$

Корпус спортзалу та харчоблоку: $\delta_{yt} = [7 - 1,54] \cdot 0,046 = 0,25 \text{ м,}$

1 Корпус школи: $\delta_{yt} = [7 - 1,26] \cdot 0,046 = 0,26 \text{ м;}$

Осереднена товщина буде становити – 0,25 м.

Величина площі даху, який необхідно буде утеплювати становить – 1957,85 м² (корпус інтернату – 333,3 м², корпус спортзалу та харчоблоку – 350 м² та 1 корпус школи – 1274,4 м²)

Витрати теплоенергії через дах після впровадження заходу:

$$Q_d = \frac{1274,4}{7} \cdot (20 - (-25)) + \frac{350}{7} \cdot (18 - (-25)) + \frac{333,3}{7} \cdot (20 - (-25)) \\ = 8192,6 + 2150 + 2142,6 = 12485,2 \text{ Вт.}$$

Економія витрат теплоти після утеплення по корпусам:

Корпус інтернату: $\Delta Q_d = 46900 - 2142,6 = 44757,4 \text{ кВт}$

Корпус спортзалу та харчоблоку: $\Delta Q_d = 97780 - 2150 = 95637,4 \text{ кВт}$

1 Корпус школи: $\Delta Q_d = 206590 - 8192,6 = 198397,4 \text{ кВт}$

Річна економія після даного заходу становитиме:

$$Q_d^{\text{Ек.рік}} = \left(44757,4 \cdot \frac{(20 - (-1))}{(20 - (-25))} + 95637,4 \cdot \frac{(18 - (-1))}{(18 - (-25))} + 198397,4 \cdot \frac{(20 - (-1))}{(20 - (-25))} \right) \cdot 24 \cdot 182 \cdot 10^{-3} = 680231,3 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{рік}}$$

					Лист
					45
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

У грошовому еквіваленті економія складатиме:

$$680231,3 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{рік}} = 584,99 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}},$$

$$584,99 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}} \cdot 2806,88 \frac{\text{грн}}{\text{Гкал}} = 1641996,7 \text{ грн.}$$

Витрати на утеплення даху

Також у вартість теплоізоляційного матеріалу входять додаткові складові, то приблизні затрати на них наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Додаткові складові, їх вартість та кількість на 1 м². [21]

Матеріал	Одиниці вимірювання	Кількість	Ціна за 1 м ² , грн
Піноскло з бітумним покриттям або оштукатурене	м ²	1	2070 грн
Мастика для приклеювання піноскла	кг	2,5 кг	330 грн
Всього			2400 грн

Капіталовкладення на впровадження даного заходу:

$$K_{\text{суп}} = 1957,85 \cdot 300 = 587355 \text{ грн [22]}$$

де, 1957,85 – загальна площа поверхні даху по корпусам;

300 – середня ціна за встановлення 1 м² утеплювача.

$$K_{\text{осн}} = 1957,85 \cdot 2400 = 4698840 \text{ грн}$$

$$K_{\text{зах}} = 587355 + 4698840 = 5286195 \text{ грн}$$

Знаходження простого терміну окупності даного заходу:

$$Q_{\text{д}} = \frac{5286195}{1641996,7} = 3,2 \text{ роки}$$

3.3. Висновки за розділом

В ході енергетичного обстеження закладу загальної середньої освіти І-ІІІ ступенів було запропоновано 4 енергозберігаючих заходи, а саме: впровадження системи моніторингу споживання теплової енергії; утеплення зовнішніх стін закладу; заміна ламп розжарювання та люмінесцентних на більш ошадні світлодіодні; утеплення даху.

						Лист
						47
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Під час проведення випускної кваліфікованої роботи бакалавра було проведено енергетичне обстеження закладу загальної середньої освіти І-ІІІ ступенів, який розташований за адресою: с. Велика Чернеччина, вул. Центральна, Сумського району, 42333.

Енергетичне обстеження проводилося у декілька етапів. В першому етапі відбувся збір загальної інформації про об'єкт, будівельна характеристика, інформація про фактичний стан всіх огорожуючих конструкцій, системи енергопостачання, системи вентиляції та системи обліку споживання енергоносіїв. А також відбулося інструментальне обстеження закладу за допомогою лазерного далекоміра, пірометра та тепловізора, завдяки чому було зроблені термограми в яких виявлено деякі проблеми в зовнішніх огорожуючих конструкціях.

В другому етапі було проведено розрахунковий аналіз показників енергоефективності, розрахунок основних тепловтрат та теплонадходжень.

В третьому етапі були розроблені та розраховані варіанти енергозберігаючих заходів, які економічно обґрунтовані та мають вирахований термін окупності. Ці заходи налічують в собі: впровадження системи моніторингу споживання теплової енергії; утеплення зовнішніх стін закладу; заміна ламп розжарювання та люмінесцентних на більш ощадні світлодіодні; утеплення даху. За допомогою цих заходів можна заощадити кошти та зменшити споживання енергії.

						Лист
						48
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Що таке енергетичний аудит і навіщо його проводити в багатоповерхівках [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://eefund.org.ua/sites/default/files/%D0%AF%D0%BA%20%D1%96%20%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%96%D1%89%D0%BE%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%82%D0%B8%20%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%B0%D1%83%D0%B4%D0%B8%D1%82%20%D0%B1%D1%83%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D1%83_%20%D0%92%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D0%B8%20%D0%A4%D0%95%D0%95%20%D0%B4%D0%BE%20%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%B0%D1%83%D0%B4%D0%B8%D1%82%D1%83.pdf.
2. Як працює лазерний далекомір і де використовується [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://glushitel.zp.ua/ua/kak-rabotaet-lazerniy-dalnomer.html>.
3. Цифровий дальномір UNI-T LM100-I [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://uni-t.ua/ru/catalog/laser-distance-meter-uni-t-lm100-i/>.
4. Пірометр [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80>.
5. Інфрачервоний пірометр з лазерним покажчиком Venetech GM300 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://mpr-kip.com/ua/p463860984-pirometr-infrakrasnyj-lazernym.html>.
6. Як працює тепловізор? Принцип роботи [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://teplovizor-plus.lviv.ua/%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%BF-%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B8-%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B7%D0%BE%D1%80%D0%B0/>.

						Лист
						49
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

m.html?trk=Mjc4YmJkYmEzNmMxYjFmY2I5YjljMDc3MDRmZTU5MjctMTAtMDAwNTcyODIzLS0t.

18. Грунтувальна фарба адгезійна BauGut [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://epicentrk.ua/ua/shop/grunt-kraska-baugut-gdf-1l.html?trk=Mjc4YmJkYmEzNmMxYjFmY2I5YjljMDc3MDRmZTU5MjctMTAtMDAwMDE3MTY0LS0t>.

19. Послуги утеплення цоколя пінополістиролом [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.rabotniki.ua/uk/price/uteplenie-tsokolya-penopolistirolom>.

20. Світлодіодна лампа E27 15Вт A60 4000K 220V/LM791 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://prom.ua/ua/p1660790990-svitlodiodna-lampa-e27.html>.

21. Піноскло ціна, ціни на піноскло | PINOSKLO – надійне кріплення [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.pinosklo.com/ua/price>.

22. Утеплення Даху, Покрівлі, Мансарди. Ціна за роботу [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://domremonta.com.ua/uk/krovelnye-raboty/uteplenie-kryshi/>.

						Лист
						51
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

Нормування та контроль у галузі охорони праці. Система безпеки праці.

Нормування праці — це вид діяльності з організації та управління виробництвом, завданням якої є встановлення необхідних затрат і результатів праці, контролю за мірою праці, а також визначення необхідних співвідношень між чисельністю працівників різних груп та кількістю одиниць устаткування.

Значне місце в питаннях створення безпечних і здорових умов праці займає розроблення і впровадження нормативної документації в галузі охорони праці. Це правила з техніки безпеки і норми з виробничої санітарії, вимоги вибухобезпеки, пожежобезпеки, електробезпеки і т.д.

Ці вимоги є юридично обов'язковими як для адміністрації, так і для робітників і службовців. При недотриманні цих правил і норм винуватці юридично відповідальні. Види відповідальності: дисциплінарна, адміністративна, кримінальна, матеріальна. Це ще одна причина, з якої вам, майбутнім керівникам, необхідно ці норми і правила вивчити і неухильно виконувати.

Нормування та контроль у галузі охорони праці відіграють важливу роль у забезпеченні безпеки та здоров'я працівників. Охорона праці - це комплекс заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам на роботі та професійним захворюванням.

За сферою дії правила і норми з техніки безпеки і виробничої санітарії діляться на:

- а) загальні (єдині);
- б) міжгалузеві;
- в) галузеві.

Загальні, тобто єдині правила і норми поширюються на всі галузі народного господарства і закріплюють найважливіші гарантії безпеки та гігієни праці. Наприклад, всі ДСТУ системи стандартів безпеки праці.

Міжгалузеві правила і норми закріплюють гарантії безпеки або в декількох галузях або на окремих типах устаткування.

Галузеві правила і норми поширюються тільки на окрему галузь виробництва. Містять гарантії безпеки та гігієни праці, специфічні для даної галузі (залізничний, авіатранспорт і т.д.).

Нормування охорони праці передбачає встановлення відповідних нормативів, правил, стандартів та вимог, які регулюють умови праці, безпеку та здоров'я працівників. Ці нормативи можуть бути встановлені законодавством, державними органами, професійними організаціями або міжнародними стандартами.

Нормування та контроль у галузі охорони праці є важливими аспектами для забезпечення безпеки та здоров'я працівників. Ось кілька ключових аспектів, які варто враховувати при розгляді цієї теми:

1. Законодавство: Багато країн мають законодавство, яке регулює охорону праці. Це включає нормативні акти, правила та положення, що встановлюють мінімальні стандарти та вимоги до умов праці, безпеки та здоров'я працівників. Законодавчі норми часто встановлюються відповідними міністерствами або державними органами.

2. Нормативи та стандарти: У галузі охорони праці розробляються нормативи та стандарти, які встановлюють рекомендовані практики, процедури та вимоги. Ці нормативи можуть бути національними, міжнародними або внутрішніми для певних галузей або професій. Вони надають вказівки щодо організації безпечних робочих місць, використання особистого захисту, управління ризиками та інші аспекти охорони праці.

3. Оцінка ризиків: Оцінка ризиків - це процес визначення та оцінки потенційних небезпек на робочих місцях, які можуть призвести до нещасних випадків або професійних захворювань. Вона включає ідентифікацію ризиків, оцінку їх серйозності та розробку стратегій для зниження ризиків до прийняттого рівня. Оцінка ризиків може виконуватися фахівцями з охорони праці або внутрішніми комітетами безпеки та здоров'я.

4. Контроль та нагляд: Контроль у галузі охорони праці включає перевірку дотримання нормативів та стандартів, а також виконання заходів безпеки та здоров'я праці на робочому місці. Це може проводитися шляхом інспекцій державних органів, внутрішніх аудитів підприємств або залучення зовнішніх консультантів з охорони праці. Нагляд та контроль допомагають виявляти порушення та вживати заходи для їх усунення.

5. Системи управління охороною праці: Багато підприємств впроваджують системи управління охороною праці, такі як OHSAS 18001 або ISO 45001. Ці системи передбачають створення політики охорони праці, визначення цілей та планування заходів для їх досягнення, організацію залучення працівників та надання навчань, системи документації та оцінку ефективності.

Ці аспекти нормування та контролю у галузі охорони праці допомагають забезпечити безпечні та здорові умови праці, запобігти нещасним випадкам та професійним захворюванням. Вони є важливими для підтримки добробуту працівників та створення продуктивного та безпечного робочого середовища.

Контроль у галузі охорони праці передбачає перевірку дотримання встановлених нормативів та правил охорони праці. Цей контроль може проводитися державними органами, спеціалізованими інспекціями, професійними організаціями або внутрішніми службами безпеки праці в підприємствах. Контроль може включати огляд робочих місць, перевірку виконання заходів з безпеки, оцінку ризиків та інші заходи, спрямовані на забезпечення безпеки працівників.

Мета нормування праці полягає в тому, щоб на основі зростання технічної озброєності та удосконалення організації виробництва у праці, поліпшення її умов максимально скоротити витрати виробництва за рахунок щільного використання робочого часу, скорочення його непродуктивних витрат.

Загальні вимоги і норми безпеки за видами небезпечних та шкідливих виробничих факторів установлюють стандарти безпеки праці, які забезпечують нормативну базу управління умовами праці.

Система стандартів безпеки праці (ССБП) — це комплекс взаємозв'язаних стандартів, спрямованих на забезпечення безпеки праці, збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці. Розробка стандартів здійснюється на основі глибоких наукових досліджень, новіших досягнень науки і техніки вченими, спеціалістами різних галузей народного господарства, працівниками служб охорони праці.

Упровадження стандартів ССБП, що встановлюють вимоги безпеки на робочих місцях, здійснюється на основі плану організаційно-технічних заходів, які розроблялися службами охорони праці головного енергетика, головного механіка та іншими, а потім затверджувалися керівником підприємства. Роботи, включені до плану організаційно-технічних заходів щодо впровадження стандартів, мають бути враховані в планах підприємств по розділах виробництва, нової техніки, капітального будівництва, матеріально-технічного постачання, підготовки кадрів; у комплексних планах поліпшення умов охорони праці та санітарно-оздоровчих заходів: в угодах з охорони праці, прикладених до колективних договорів: у планах соціально-економічного розвитку перед прийняттям.

Стандарти підприємств з безпеки праці є складовою системи стандартів безпеки праці. На підприємствах загальне керівництво розробкою стандартів здійснює керівник (власник) чи головний інженер, організаційно-методичне керівництво покладено на служби стандартизації за участю служб охорони праці. Створюються такі стандарти підприємств з безпеки праці:

- організаційно-методичні, які визначають організацію роботи з охорони праці на підприємстві, організацію навчання та інструктаж працівників з безпеки праці, порядок нагляду за об'єктами підвищеної небезпеки, порядок проведення аналізу травматизму тощо;

- вимоги безпеки до виробничого устаткування;
- вимоги безпеки до технологічних процесів;
- вимоги до забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (вимоги до організації забезпечення працівників засобами індивідуального захисту і до експлуатації цих засобів, порядок видачі індивідуальних засобів захисту тощо).

Для забезпечення безпеки праці стандарти підприємств мають важливе значення. Вони виконують такі функції:

- є законом підприємства, що підвищує відповідальність керівників та відповідних служб за охорону праці;

- дозволяють упорядкувати і систематизувати вимоги безпеки до устаткування, технологічних процесів;

- дають можливість зосередити увагу не тільки на виявленні причин травматизму і профзахворюваності, а й на створенні умов для зниження травматизму та профзахворюваності.

Система безпеки праці повинна бути постійною та систематичною, з оновленням та вдосконаленням у відповідності до змін у виробничому середовищі та вимогах законодавства. Вона спрямована на запобігання нещасним випадкам, захист здоров'я працівників та створення безпечних робочих умов.

ДОДАТОК Б

При проведенні енергетичного обстеження системи теплоспоживання будівлі було проведено аналіз обсягів теплоспоживання при різних значеннях середньодобової температури зовнішнього повітря та отримані дані величин спожитої теплової енергії при середньодобовій температурі зовнішнього повітря яка дорівнює нуль градусів за шкалою Цельсія (див. табл.).

Таблиця – Фактичні дані величин спожитої теплової енергії при середньодобовій температурі зовнішнього повітря яка дорівнює нуль градусів за шкалою Цельсія

Опалувальний період 2021 року			Опалувальний період 2022 року		
Дата доби	Обсяг теплоспоживання, Гкал	Температура теплоносія (осереднена), °С	Дата доби	Обсяг теплоспоживання, Гкал	Температура теплоносія (осереднена), °С
12.12.2021	2,9875	58	10.01.2022	4,302	58
14.12.2021	3,1309	58	14.01.2022	5,1385	58
16.12.2021	2,6768	58	15.01.2022	3,4177	58
18.12.2021	2,4139	58	16.01.2022	3,7762	58
19.12.2021	3,4177	58	29.01.2022	3,7762	58
01.01.2022	4,3259	58	31.01.2022	3,2265	58

ДОДАТОК В

Результати тепловізійного обстеження

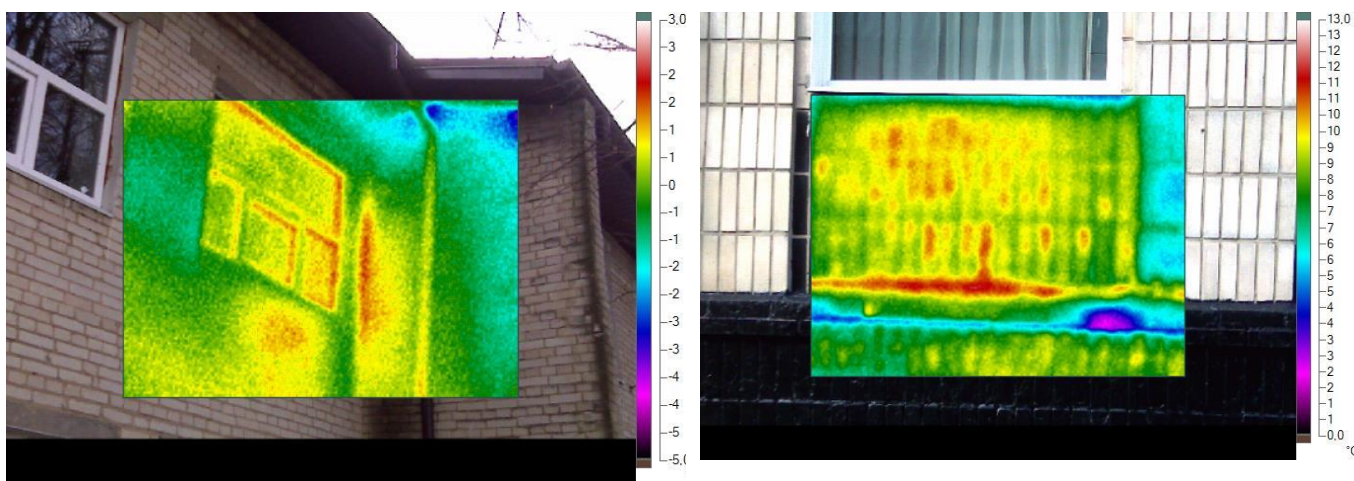
Тепловізійне обстеження будівлі Великочернечинський заклад загальної освіти І-ІІІ ступенів с. Велика Чернеччина Сумської області було проведено 3 березня 2023 року з використанням тепловізора FlukeTi25. У звіті надані термограми, які найбільш наочно демонструють типові проблемні місця будівель.

Мета обстеження – виявлення місць найбільших тепловтрат у будівлі ЗЗСО І-ІІІ ступенів.

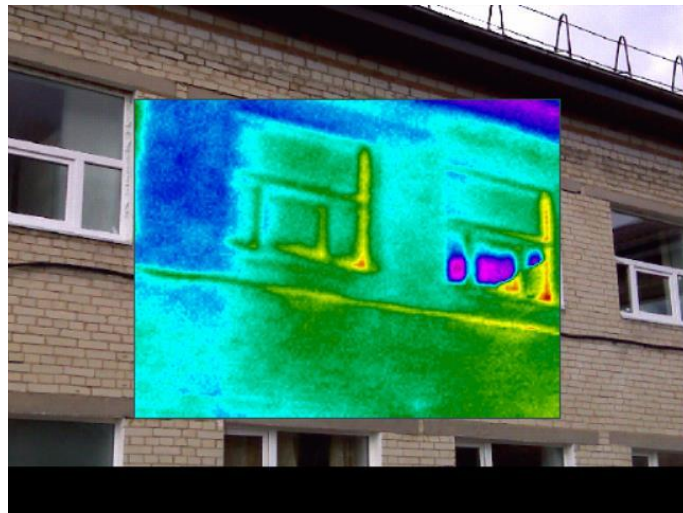
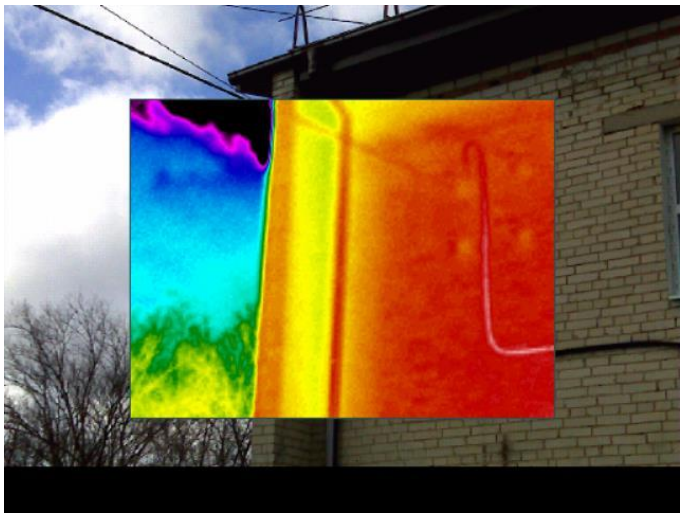
На момент проведення тепловізійного обстеження температура навколишнього середовища становила $+3^{\circ}\text{C}$. Середня температура всередині приміщень становила 19°C .

У додатку наведені термограми, які показують типові проблеми по тепловтратам, що притаманні майже всім огорожувальним конструкціям.

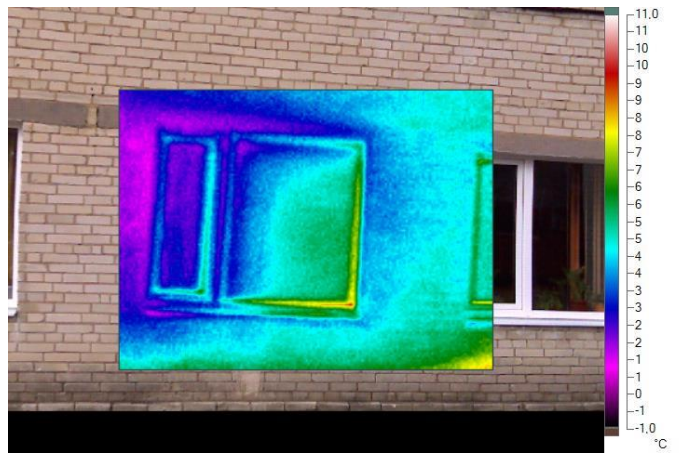
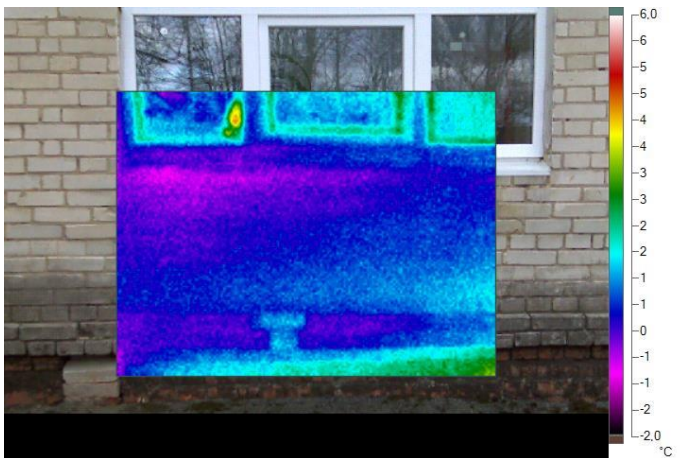
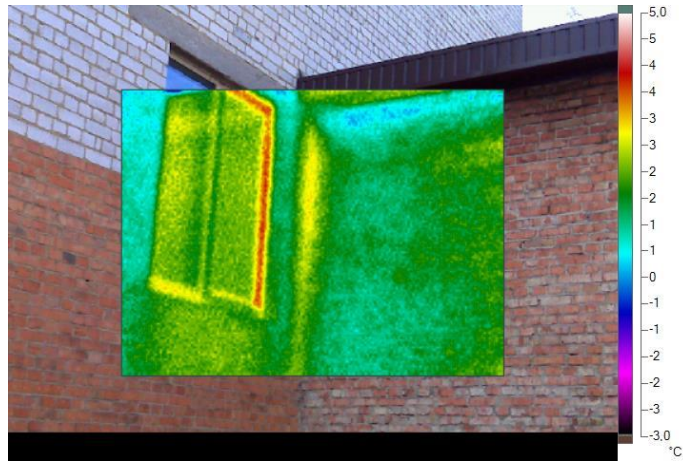
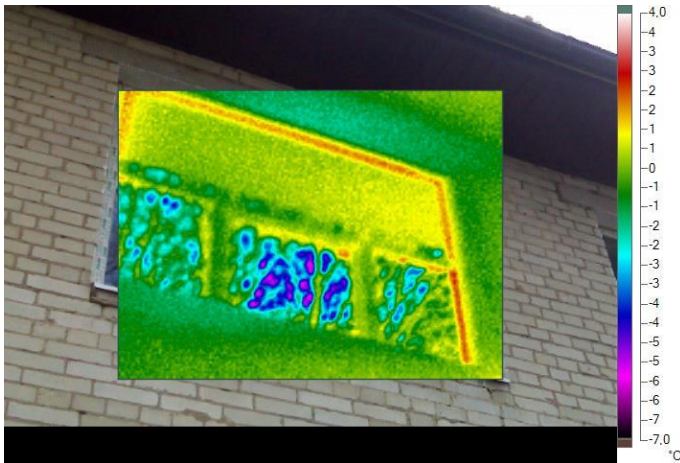
Термограми із зазначенням місць найбільших втрат теплової енергії на об'єкті обстеження (ЗЗСО І-ІІІ ступенів)



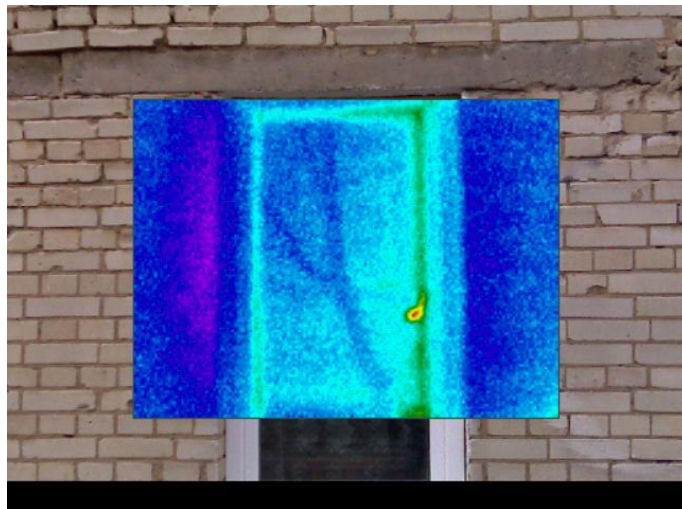
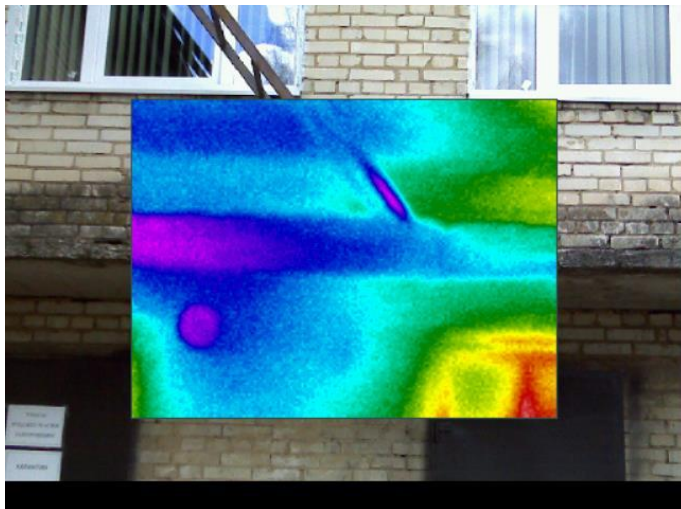
Спостерігаються втрати тепла через огорожувальні конструкції в місцях знаходження приладів опалення із-за їх низького опору теплопередачі.



Підвищена температура зовнішньої поверхні стіни свідчить про значну втрату її опору теплопередачі та невідповідності сучасним нормам теплового опору стін



Неякісний монтаж віконних конструкцій у місцях за периметром прилягання віконних рам до стіни обумовлюють значні втрати тепла з приміщень.



Спостерігається втрати теплової енергії крізь пошкоджені ділянки стінових конструкцій із-за їх зволоження, а також через нещільність прилягання вхідних дверей при їх закритті

Тепловізійне обстеження виявило втрати тепла з приміщень, а саме:

- через зволожені ділянки в огорожувальних конструкціях;
- підвищена температура зовнішньої поверхні стіни свідчить про часткову втрату стінами теплозахисних властивостей;
- відбуваються втрати тепла крізь місця стіни де розташовані прилади опалення.

ДОДАТОК Г

Нормативне питоме річне енергоспоживання для будівлі закладів освіти першої температурної зони становить:

$$EP_P = [55 \cdot \Lambda_{bci} + 24], \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3$$

де Λ_{bci} – коефіцієнт компактності будівлі, м^{-1} , знаходиться згідно з ДБН В.2.6-31:2016 "Теплова ізоляція будівель"

$$\Lambda_{bci} = A_{\Sigma} / V, \text{ м}^{-1}$$

де V – опалювальний об'єм будівлі, м^3 ;

A_{Σ} – загальна площа внутрішніх поверхонь зовнішніх конструкцій, включаючи покриття (перекриття) верхнього поверху і переkritтя (підлог) нижнього опалювального приміщення, м^2 .

Примітка. Загальна площа зовнішніх стін (з обліком віконних і дверних прорізів) визначається як добуток периметра зовнішніх стін по внутрішній поверхні на внутрішню висоту будинку, що вимірюється від поверхні підлоги першого поверху до поверхні стелі останнього поверху з урахуванням площі віконних і дверних укосів глибиною від внутрішньої поверхні стіни до внутрішньої поверхні віконного або дверного блока.

Розрахунковий показник компактності по всім корпусам школи:

$$\Lambda_{bci} = 7705,7 / 13432,44 = 0,57, \text{ м}^{-1}$$

Нормативне питоме річне енергоспоживання по всім корпусам школи

$$EP_P = [55 \cdot 0,57 + 24] = 55,55 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3 = 0,047 \text{ Гкал} / \text{м}^3.$$